

А. В. Громадин, Д. Л. Матюхин

# ДЕНДРОЛОГИЯ

УЧЕБНИК ДЛЯ СПО

3-е издание, переработанное и дополненное

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом среднего профессионального образования в качестве учебника для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования*

**Книга доступна в электронной библиотеке [biblio-online.ru](http://biblio-online.ru),  
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

Москва ■ Юрайт ■ 2019

УДК 630\*161(075.32)

ББК 28.5я723

Г87

**Авторы:**

**Громадин Анатолий Викторович** — директор дендрологического сада имени Р. И. Шредера Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К. А. Тимирязева;

**Матюхин Дмитрий Леонидович** — кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К. А. Тимирязева.

**Рецензенты:**

*Демидов А. С.* — доктор биологических наук, профессор, директор Главного ботанического сада Российской академии наук;

*Потапова С. А.* — научный сотрудник Главного ботанического сада Российской академии наук;

*Ларионов Л. А.* — преподаватель Правдинского лесхоза-техникума, почетный работник среднего профессионального образования Российской Федерации.

**Громадин, А. В.**

Г87

Дендрология : учебник для СПО / А. В. Громадин, Д. Л. Матюхин. — 3-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 342 с. — (Серия : Профессиональное образование).

ISBN 978-5-534-10519-3

Древесные растения образуют значительную часть растительного покрова Земли, накапливая огромную биомассу в лесах всех широт. Леса играют глобальную экологическую роль во влагообороте суши и все возрастающую экономическую роль в мировой экономике.

В учебнике изложены основы экологии, фенологии, учения о жизненных формах и биографии древесных растений, рассмотрено 236 видов и культиваров, относящихся к 72 родам и 31 семейству голосеменных и покрытосеменных растений. Для лучшего усвоения материала книга хорошо иллюстрирована, в конце каждой главы даны контрольные вопросы.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и профессиональным требованиям.

*Для студентов среднего профессионального образования, а также будет полезно специалистам по озеленению и ландшафтной архитектуре.*

УДК 630\*161(075.32)

ББК 28.5я723



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-534-10519-3

© Громадин А. В., Матюхин Д. Л., 2013

© Громадин А. В., Матюхин Д. Л., 2019,  
с изменениями

© ООО «Издательство Юрайт», 2019

# Оглавление

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| Предисловие .....                                                   | 7          |
| Введение.....                                                       | 9          |
| <b>Глава 1. Основы биологии и экологии древесных растений .....</b> | <b>11</b>  |
| Жизненные формы древесных растений .....                            | 11         |
| Понятие об ареале.....                                              | 13         |
| Основы экологии древесных растений .....                            | 18         |
| Основы фенологии.....                                               | 28         |
| Интродукция и акклиматизация растений .....                         | 33         |
| Интродукция растений.....                                           | 33         |
| Донорные регионы .....                                              | 37         |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                    | 40         |
| <b>Глава 2. Основы декоративной дендрологии .....</b>               | <b>42</b>  |
| Декоративные качества кроны.....                                    | 42         |
| Декоративные качества листьев.....                                  | 47         |
| Декоративные качества цветков .....                                 | 54         |
| Декоративные качества плодов .....                                  | 58         |
| Декоративные качества стволов деревьев и кустарников.....           | 59         |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                    | 61         |
| <b>Глава 3. Систематика и характеристика голосеменных.....</b>      | <b>62</b>  |
| Отдел голосеменные (Pinophyta) .....                                | 62         |
| Семейство Pinaceae — Сосновые .....                                 | 63         |
| Род <i>Abies</i> — Пихта.....                                       | 65         |
| Род <i>Picea</i> — Ель .....                                        | 70         |
| Род <i>Pseudotsuga</i> — Дугласия, Псевдотсуга, Лжетсуга .....      | 77         |
| Род <i>Larix</i> — Лиственница.....                                 | 80         |
| Род <i>Pinus</i> — Сосна.....                                       | 86         |
| Семейство Cupressaceae — Кипарисовые.....                           | 94         |
| Род <i>Thuja</i> — Туя.....                                         | 95         |
| Род <i>Juniperus</i> — Можжевельник .....                           | 97         |
| Семейство Taxaceae — Тиссовые .....                                 | 105        |
| Род <i>Taxus</i> — Тисс.....                                        | 105        |
| <i>Контрольные вопросы</i> .....                                    | 108        |
| <b>Глава 4. Систематика и характеристика покрытосеменных.....</b>   | <b>110</b> |
| Отдел Покрытосеменные (Magnoliophyta) .....                         | 110        |
| Класс Magnoliopsida — Двудольные .....                              | 112        |

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| Семейство Schizandraceae — Лимонниковые .....        | 112 |
| Род Schizandra — Лимонник .....                      | 112 |
| Семейство Berberidaceae — Барбарисовые .....         | 113 |
| Род Berberis — Барбарис .....                        | 114 |
| Род Mahonia — Магония .....                          | 117 |
| Семейство Vuxaceae — Самшитовые .....                | 118 |
| Род Vuxus — Самшит .....                             | 118 |
| Семейство Ulmaceae — Ильмовые .....                  | 120 |
| Род Ulmus — Вяз, Ильм, Берест .....                  | 120 |
| Семейство Moraceae — Тутовые .....                   | 126 |
| Род Morus — Шелковица, Тут .....                     | 126 |
| Семейство Fagaceae — Буковые .....                   | 129 |
| Род Quercus — Дуб .....                              | 129 |
| Род Fagus — Бук .....                                | 134 |
| Семейство Betulaceae — Березовые .....               | 136 |
| Род Betula — Береза .....                            | 137 |
| Род Alnus — Ольха .....                              | 144 |
| Род Carpinus — Граб .....                            | 149 |
| Род Corylus — Лещина .....                           | 152 |
| Семейство Juglandaceae — Ореховые .....              | 156 |
| Род Juglans — Орех .....                             | 156 |
| Семейство Tamaricaceae — Тамариковые .....           | 161 |
| Род Tamarix — Тамарик, Гребенщик .....               | 161 |
| Семейство Salicaceae — Ивовые .....                  | 163 |
| Род Populus — Тополь .....                           | 164 |
| Род Salix — Ива .....                                | 174 |
| Семейство Actinidiaceae — Актинидиевые .....         | 182 |
| Род Actinidia — Актинидия .....                      | 182 |
| Семейство Ericaceae — Вересковые .....               | 186 |
| Род Rhododendron — Рододендрон .....                 | 187 |
| Семейство Tiliaceae — Липовые .....                  | 188 |
| Род Tilia — Липа .....                               | 188 |
| Семейство Hydrangeaceae — Гортензиевые .....         | 192 |
| Род Philadelphus — Чубушник, Садовый жасмин .....    | 193 |
| Род Hydrangea — Гортензия .....                      | 195 |
| Семейство Grossulariaceae — Крыжовниковые .....      | 196 |
| Род Ribes — Смородина .....                          | 197 |
| Семейство Rosaceae — Розоцветные .....               | 199 |
| Подсемейство Spiraeoideae — Спирейные .....          | 200 |
| Род Spiraea — Спирея, Таволга .....                  | 200 |
| Род Physocarpus — Пузыреплодник .....                | 203 |
| Род Sorbaria — Рябинник .....                        | 204 |
| Подсемейство Rosoideae — Розанные .....              | 205 |
| Род Rosa — Роза, Шиповник .....                      | 205 |
| Подсемейство Pomoideae — Яблоневые, Семечковые ..... | 209 |

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Род <i>Malus</i> — Яблоня.....                                  | 209 |
| Род <i>Pyrus</i> — Груша.....                                   | 212 |
| Род <i>Sorbus</i> — Рябина.....                                 | 215 |
| Род <i>Aronia</i> — Арония.....                                 | 217 |
| Род <i>Amelanchier</i> — Ирга.....                              | 218 |
| Род <i>Crataegus</i> — Боярышник.....                           | 220 |
| Род <i>Cotoneaster</i> — Кизильник.....                         | 225 |
| Подсемейство <i>Prunoideae</i> — Сливовые, Косточковые.....     | 227 |
| Род <i>Prunus</i> — Слива.....                                  | 227 |
| Род <i>Cerasus</i> — Вишня.....                                 | 231 |
| Род <i>Padus</i> — Черемуха.....                                | 236 |
| Род <i>Armeniaca</i> — Абрикос.....                             | 239 |
| Семейство <i>Fabaceae</i> ( <i>Leguminosae</i> ) — Бобовые..... | 242 |
| Подсемейство <i>Caesalpinioideae</i> — Цезальпиниевые.....      | 243 |
| Род <i>Gleditschia</i> — Гледичия.....                          | 243 |
| Подсемейство <i>Papilionatae</i> — Мотыльковые.....             | 245 |
| Род <i>Robinia</i> — Робиния, Белая акация.....                 | 245 |
| Род <i>Caragana</i> — Карагана.....                             | 247 |
| Род <i>Maackia</i> — Маакия.....                                | 250 |
| Род <i>Amorpha</i> — Аморфа.....                                | 252 |
| Род <i>Laburnum</i> — Бобовник.....                             | 252 |
| Род <i>Cytisus</i> — Ракитник.....                              | 254 |
| Род <i>Genista</i> — Дрок.....                                  | 255 |
| Семейство <i>Myrtales</i> — Миртовые.....                       | 257 |
| Семейство <i>Rutaceae</i> — Рутовые.....                        | 257 |
| Род <i>Phellodendron</i> — Бархат.....                          | 258 |
| Семейство <i>Anacardiaceae</i> — Анакардиевые.....              | 259 |
| Род <i>Cotinus</i> — Скумпия.....                               | 260 |
| Семейство <i>Aceraceae</i> — Кленовые.....                      | 261 |
| Род <i>Acer</i> — Клен.....                                     | 262 |
| Семейство <i>Hippocastanaceae</i> — Конскокаштановые.....       | 275 |
| Род <i>Aesculus</i> — Эскулюс, Конский каштан.....              | 275 |
| Семейство <i>Cornaceae</i> — Кизилевые.....                     | 277 |
| Род <i>Cornus</i> — Дерен.....                                  | 277 |
| Семейство <i>Araliaceae</i> — Аралиевые.....                    | 280 |
| Род <i>Aralia</i> — Аралия.....                                 | 280 |
| Род <i>Acanthopanax</i> — Акантопанакс.....                     | 281 |
| Семейство <i>Celastraceae</i> — Бересклетовые.....              | 283 |
| Род <i>Euonymus</i> — Бересклет.....                            | 283 |
| Семейство <i>Rhamnaceae</i> — Крушиновые.....                   | 286 |
| Род <i>Frangula</i> — Крушина.....                              | 286 |
| Род <i>Rhamnus</i> — Жестер.....                                | 287 |
| Семейство <i>Vitaceae</i> — Виноградные.....                    | 289 |
| Род <i>Vitis</i> — Виноград.....                                | 289 |
| Род <i>Parthenocissus</i> — Девичий виноград.....               | 292 |

|                                                   |            |
|---------------------------------------------------|------------|
| Семейство Elaeagnaceae — Лоховые.....             | 293        |
| Род Hipporhae — Облепиха .....                    | 294        |
| Род Elaeagnus — Лох .....                         | 296        |
| Семейство Oleaceae — Маслиновые.....              | 297        |
| Род Fraxinus — Ясень .....                        | 298        |
| Род Ligustrum — Бирючина .....                    | 302        |
| Род Syringe — Сирень .....                        | 304        |
| Семейство Caprifoliaceae — Жимолостные.....       | 307        |
| Род Sambucus — Бузина.....                        | 307        |
| Род Viburnum — Калина .....                       | 310        |
| Род Lonicera — Жимолость .....                    | 312        |
| Род Symphoricarpos — Снежнаягодник.....           | 317        |
| Род Weigela — Вейгела.....                        | 318        |
| <i>Контрольные вопросы.....</i>                   | <i>320</i> |
| <b>Литература.....</b>                            | <b>322</b> |
| <b>Приложение.....</b>                            | <b>323</b> |
| <b>Указатель русских названий растений.....</b>   | <b>329</b> |
| <b>Указатель латинских названий растений.....</b> | <b>339</b> |

## Предисловие

Древесные растения образуют значительную часть растительного покрова Земли, накапливая огромную биомассу в лесах всех широт. Леса играют глобальную экологическую роль во влагообороте суши и все возрастающую экономическую роль в мировой экономике.

Специалистам многих отраслей народного хозяйства (лесное и лесопарковое хозяйство, озеленение населенных пунктов, ландшафтная архитектура, лесомелиорация агроландшафтов, лесопереработка, лесная химия) необходимо знание экологических и биологических особенностей древесных пород для выращивания долговечных лесов высокой экономической и экологической ценности, создания лесомелиоративных насаждений в целях борьбы с водной и ветровой эрозией почв, селекции новых сортов плодовых культур и т. п. Очень важно знание дендрологии специалистам по озеленению и ландшафтной архитектуре.

Учебник «Дендрология» написан в соответствии с одноименным курсом для среднего профессионального образования и учебной программой, учитывающей требования Государственного образовательного стандарта.

В книге изложены основы экологии, фенологии, учения о жизненных формах и биогеографии древесных растений, рассмотрено 236 видов и культиваров, относящихся к 72 родам и 31 семейству голосеменных и покрытосеменных растений.

Для лучшего усвоения материала книга хорошо иллюстрирована, в конце каждой главы даны контрольные вопросы. При изучении курса «Дендрология» рекомендуется проводить экскурсии в ботанические учреждения, изучать гербарии, наблюдать за растениями.

В результате изучения курса Дендрологии студент должен освоить:

### ***трудовые действия***

- владения методиками определения растений;
- навыками работы со справочной литературой и поиска информации в Интернете;
- спецификой выращивания древесных насаждений различного назначения;

### ***необходимые умения***

- определять важнейшие виды древесных растений, используемых в народном хозяйстве;
- грамотно подбирать древесные растения в соответствии с экологической ситуацией;

- использовать полученные знания для организации правильного ухода за древесными насаждениями;

***необходимые знания***

- основных древесных пород, используемых в разных областях народного хозяйства;

- их основных признаков: формы роста, важнейших морфологических признаков, экологию, хозяйственных свойств.



## Введение

С незапамятных времен люди широко используют древесные растения, которые поставляют материал для устройства жилищ, различных сооружений, изготовления предметов домашнего обихода, дают съедобные плоды и семена, волокнистые материалы, смолы, краски, дубильные вещества и множество других продуктов.

В наше время использование древесных растений и продуктов переработки дерева не только не уменьшилось, но и во много раз возросло. В большинстве стран мира очень важными стали проблемы рационального использования существующих естественных лесов, разведения новых, обогащения их видового состава, повышения продуктивности лесов, выведения новых пород и форм древесных растений.

Очевидно, что без знания морфологических, систематических, биологических, экологических, лесоводственных и иных свойств хотя бы важнейших видов древесных и кустарниковых пород невозможно правильно использовать их, подбирать отдельные виды для введения их в культуру, создавать лесные насаждения в местностях, где леса никогда не было, озеленять населенные места и промышленные предприятия, создавать полезащитные, водоохранные и иные насаждения.

Знание особенностей древесных растений, отношения их к факторам внешней среды, реакции на те или иные воздействия человека на деревья и среду их обитания, возможностей разведения новых растений и их рационального использования имеет огромное практическое значение.

*Дендрология (греч. дендрон — дерево и логос — учение, наука) — наука о древесных растениях. Она изучает их внешнее и внутреннее строение, родство между собой, биологические и экологические свойства (отношение древесных пород к свету, теплу, влаге и другим факторам среды), распространение древесных растений (естественное и искусственное) и их народнохозяйственное значение.*

Дендрология очень тесно связана почти со всеми разделами ботаники: морфологией, систематикой, физиологией, анатомией, фитоценологией, а также с экологией, фитогеографией, фенологией, лесоводством, лесными культурами, лесомелиорацией, полезащитным и почвозащитным лесоразведением, акклиматизацией и интродукцией, селекцией и семеноводством. Знание основ дендрологии необходимо при создании дендрариев, ботанических садов и парков, при озеленении населенных пунктов, шоссежных, железных дорог.

Разные отрасли народного хозяйства накладывают специфический отпечаток на требования, предъявляемые ими к древесным породам. Так, лесному хозяйству нужны породы для повышения производительности лесов, их водоохраных функций, для создания новых лесов из пород хозяйственно наиболее ценных, быстрорастущих, устойчивых к вредителям. В зеленом строительстве важно знать декоративные свойства древесных растений, их место в озеленении, а также санитарно-гигиеническое и защитное значение. Наконец, для агролесомелиорации необходимы породы, пригодные для создания полезационных полос в засушливых условиях, укрепления песков, оврагов, горных склонов, осушения болот.

Основной метод изучения древесных растений в дендрологии, как и в ботанике, — морфолого-систематический.

# Глава 1

## ОСНОВЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

### Жизненные формы древесных растений

Термин «жизненная форма растений» впервые предложил датский ботаник Е. Варминг в 1884 г. Этот термин означает форму, в которой вегетативное тело растения (индивида) находится в гармонии с внешней средой в течение всей его жизни.

И. Г. Серебряков (1962) понимает *жизненную форму как своеобразный исторически сложившийся в определенных условиях внешней среды габитус (внешний облик) групп растений, возникающий в онтогенезе в результате роста и развития, как выражение приспособленности к условиям среды*. По И. Г. Серебрякову, все жизненные формы древесных растений относятся к двум отделам — древесные (деревья, кустарники, кустарнички, древовидные и кустарниковые лианы, растения-подушки) и полудревесные растения (полукустарники, полукустарнички, полукустарниковые и полукустарничковые лианы). Таким образом, дендрология изучает не только древесные растения, но и частично полудревесные — полукустарники и полукустарниковые лианы.

*Дерево* — эволюционно наиболее древний тип жизненной формы семенных растений, возникший около 400 млн лет назад. Деревья всегда имеют достаточно развитый одревесневший ствол, сохраняющийся в течение всей жизни растения — от нескольких десятков до тысячи лет и более. Высота деревьев составляет от 2—5 до 100 м и более. Деревья включают разные группы жизненных форм. Образователями древесной растительности России являются деревья лесного, кустовидного, лесостепного, сезонно-суккулентного типов и деревья-стланцы.

*Деревья лесного типа* — главные образователи лесов. Их ствол, единственный в течение всего онтогенеза, длительно сохраняет резкое преобладание по длине и толщине над боковыми ветвями. Даже в кроне главная ось заметно выделяется по толщине среди боковых ветвей (виды ели, пихты, лиственницы, сосны, дуба, тополя). После рубки или отмирания ствола у многих древесных пород лесного типа (секвойя, дуб, бук, вяз, береза) из спящих почек могут вырастать два или несколько вторичных (порослевых) стволов.

*Деревья кустовидного типа* во взрослом состоянии имеют несколько стволов, развивающихся из спящих (или придаточных) почек у основа-

ния материнского ствола. Но в отличие от деревьев лесного типа боковые стволы здесь возникают не в результате удаления материнского ствола, а в связи с его естественным старением. Деревья этого типа (ольха серая, рябина обыкновенная, береза извилистая) представляют собой переходные формы от деревьев к кустарникам.

У *деревьев лесостепного, или плодового, типа* ствол рано теряет преобладание в росте над боковыми ветвями. Поэтому крона начинается близ поверхности почвы, а в самой кроне главная ось не выделяется среди сильных боковых ветвей (виды яблони, абрикоса, сливы, айва обыкновенная, клены татарский и приречный).

*Сезонно-суккулентные деревья* (например, саксаул) — обитатели засушливых (аридных) областей России и сопредельных государств. Из-за сильной редукции листьев они практически безлиственны. Функции органов ассимиляции у сезонно-суккулентных деревьев выполняют зеленые суккулентные однолетние побеги, опадающие в течение жаркого и сухого лета или осенью. Образователями же кроны служат многолетние несуккулентные одревесневающие побеги.

У *деревьев-стланцев* главный ствол довольно рано полегает на землю и укореняется. Укореняться способны и скелетные ветви. Деревья этого типа (сосна кедровая стланиковая, можжевельник туркестанский и др.) распространены в субальпийском поясе гор, близ северных границ леса, а иногда на торфяниках и песках в таежной зоне.

У **кустарников** главный ствол выражен только в первые годы жизни растения. Затем он теряется среди равных ему или даже более мощных надземных стеблей (скелетных осей), последовательно возникающих из спящих почек; позже ствол отмирает. Большинство видов кустарников несет полностью одревесневающие удлиненные побеги. Но есть и суккулентно-стеблевые (виды кактусов), а также розеточные виды (кустарниковидные пальмы). Среди кустарников с полностью одревесневающими удлиненными побегами различают *прямостоячие* (виды лещины, барбариса, розы, сирени, жимолости), *полустелющиеся* и *стелющиеся*, у которых главная ось и боковые ветви лежачие, укореняющиеся, но приподнимающиеся у верхушки. Такие кустарники (сосна горная стланиковая, ольховник кустарниковый, горные заросли ивняков и кустарниковых видов можжевельника) широко распространены в субальпийских и субарктических областях, образуя криволесье.

В отличие от деревьев длительность жизни надземных скелетных ветвей кустарников в большинстве случаев невелика: 10—20 лет (от 2—3 до 40 лет и более). Высота кустарников от 0,8—1 до 5—6 м, диаметр надземных скелетных осей от 1—2 до 5—8 см.

Кустарники широко распространены от экваториальных областей до холодных зон.

**Кустарнички** — древесные растения, у которых главная ось имеется лишь в начале онтогенеза. Затем она сменяется боковыми надземными осями, образующимися из спящих почек базальной части материнской оси. Поэтому во взрослом состоянии кустарнички имеют большое

число ветвящихся скелетных осей, связанных друг с другом надземно и подземно и последовательно сменяющихся в течение онтогенеза растений. Длительность жизни прямостоячих надземных осей у кустарничков обычно не превышает 5—10 лет, а высота растений колеблется от 5—7 до 50—60 см. Среди кустарничков преобладают вечнозеленые (вереск, брусника, клюква, толокнянка, водяника, линнея), но есть и листопадные (голубика) или такие, как черника: до 10—12 лет она вечнозеленая, а позже становится листопадной. Кустарнички широко распространены в тундре, лесотундре, тайге и высокогорных областях.

**Полукустарники** — полудревесные растения, у которых удлиненные побеги на значительной части их длины ежегодно остаются травянистыми и отмирают. Сохраняются и одревесневают лишь базальные части надземных осей. В отличие от деревьев и кустарников у полукустарников почки возобновления располагаются только близ поверхности почвы. Обитают они преимущественно в засушливых областях (виды полыни, астрагала, тмина, шлемника, дрока). К полукустарникам принято относить также многолетние растения типа малины и ежевики. У них побеги обычно одревесневают полностью, но живут только два года. В первый год побеги несут листья и почки возобновления, во второй — листья, цветки и плоды. После созревания плодов побеги отмирают, а на смену им вырастают новые побеги опять-таки с двухлетним циклом развития.

**Лианы** — растения с гибкими неустойчивыми стеблями, которые для своего роста в высоту нуждаются в опоре. Лианы могут быть *древовидными* (виды винограда, актинидии), *кустарниковыми* со стеблями не толще 10 см (виды древогубца, лимонника, виноградника), *кустарничковыми* (плющ обыкновенный), *полукустарниковыми* (паслен сладко-горький). Некоторые древовидные лианы считаются самыми длинными растениями на Земле, например отдельные виды ротанговой пальмы способны достигать 300 м в длину.

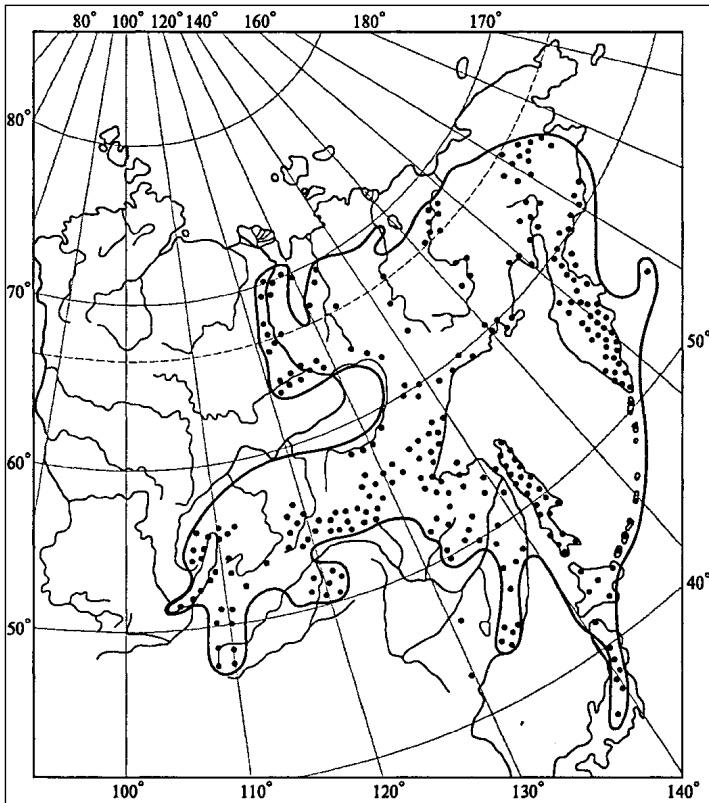
Кроме жизненных форм у древесных растений принято выделять определенные группы роста. Какой-либо общепринятой шкалы на этот счет нет. С. Я. Соколов (1965), например, подразделил все виды деревьев и кустарников флоры СССР (ныне России и сопредельных государств) на четыре группы: деревья первой величины ( $D_1$ ) — выше 25 м высотой, второй ( $D_2$ ) — от 15 до 25, третьей ( $D_3$ ) — от 10 до 15 и четвертой ( $D_4$ ) — ниже 10 м; кустарники первой величины ( $K_1$ ) — выше 3 м, второй ( $K_2$ ) — от 2 до 3, третьей ( $K_3$ ) — от 1 до 2, четвертой ( $K_4$ ) — ниже 1 м.

## Понятие об ареале

Древесные растения, как и другие группы растений, распространены на земной поверхности не беспорядочно, они приурочены к определенным территориям. Одни виды широко встречаются на огромных тер-

риториях, выходящих иногда за пределы целого континента, тогда как другие произрастают на незначительных участках. *Вся область обитания вида, рода или другой таксономической категории называется его ареалом.*

Если на географическую карту нанести все точки нахождения вида, то получим *точечное изображение его ареала* (точечный ареал). Если теперь соединить линией все точки крайних местонахождений вида, то будет очерчена *граница ареала*, выявлена его площадь, внутри которой развивается и процветает данный вид. Территория, ограниченная этой линией, и является площадью его географического ареала (рис. 1).



**Рис. 1. Ареал кедрового стланника. Точками показаны местонахождения вида, линией — общий ареал**

Можно не обводить границы ареала сплошной линией, а ограничиться точками географических пунктов. Точечное изображение ареала отражает не только географические границы объекта, но и его распределение по территории. Обычно средние части площади ареала густо покрыты точками — это означает, что здесь растение встречается часто и находится в оптимальных условиях обитания. Ближе к границе ареала пунктов нахождения меньше — растение все реже находит для себя благоприятные условия существования. Чаще всего вид встре-

чается рассеянно среди других видов растений или даже приурочен только к определенным орографическим или эдафическим условиям: например, сосна обыкновенная растет по песчаным отложениям вдоль рек и по берегам озер, тогда как водораздельные пространства с суглинистыми и глинистыми почвами на значительных площадях заняты елью и другими породами.

По форме на карте ареалы растений делят на три типа: сплошные, разорванные и ленточные.

В *сплошном ареале* вид растения занимает территорию без каких-либо больших перерывов, осуществляется постоянный обмен генами между популяциями вида (рис. 2).

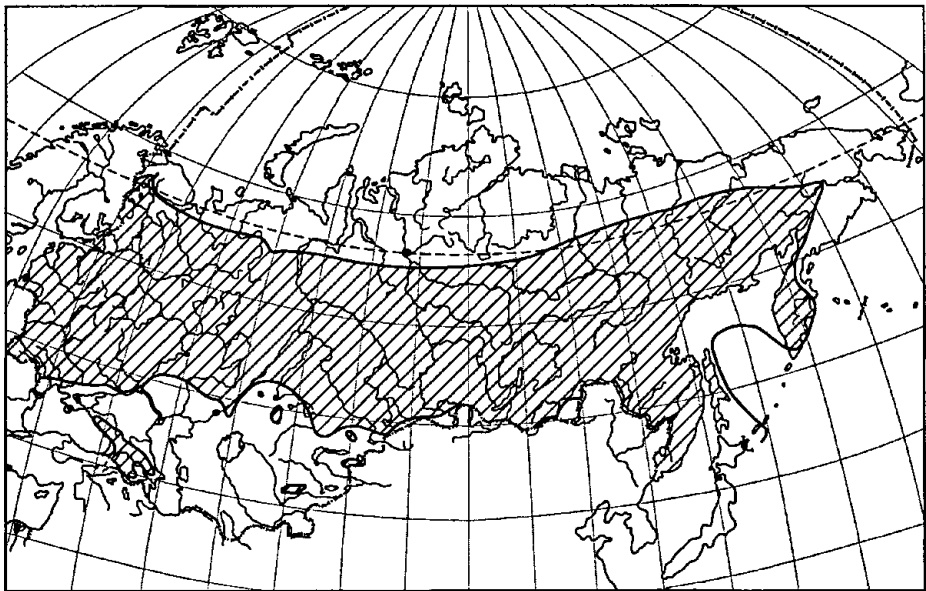


Рис. 2. Ареал березы бородавчатой

Ареал называется *разорванным*, если территория, занятая видом, распадается на две или более обособленные части, между которыми обмен генетическим материалом невозможен. Например, липа мелколистная из Европы в Западной Сибири распространяется на восток до Тюмени. Затем следует разрыв на много сотен километров, и снова липа появляется уже в предгорьях Саян (рис. 3). Другой пример — ареал кедра сибирского, произрастающего, в основном, в Сибири. В европейской части России его нет. Затем он снова появляется в Карпатах и Альпах.

*Ленточные ареалы* обычно имеют виды, приуроченные к современным и древним речным долинам (тополь черный, ольха черная, ивы, рис. 4). В ленточные могут переходить сплошные и разорванные ареалы на северных и южных границах. Такую форму имеют, например, ареалы дуба черешчатого и сосны обыкновенной в лесостепи и степи.

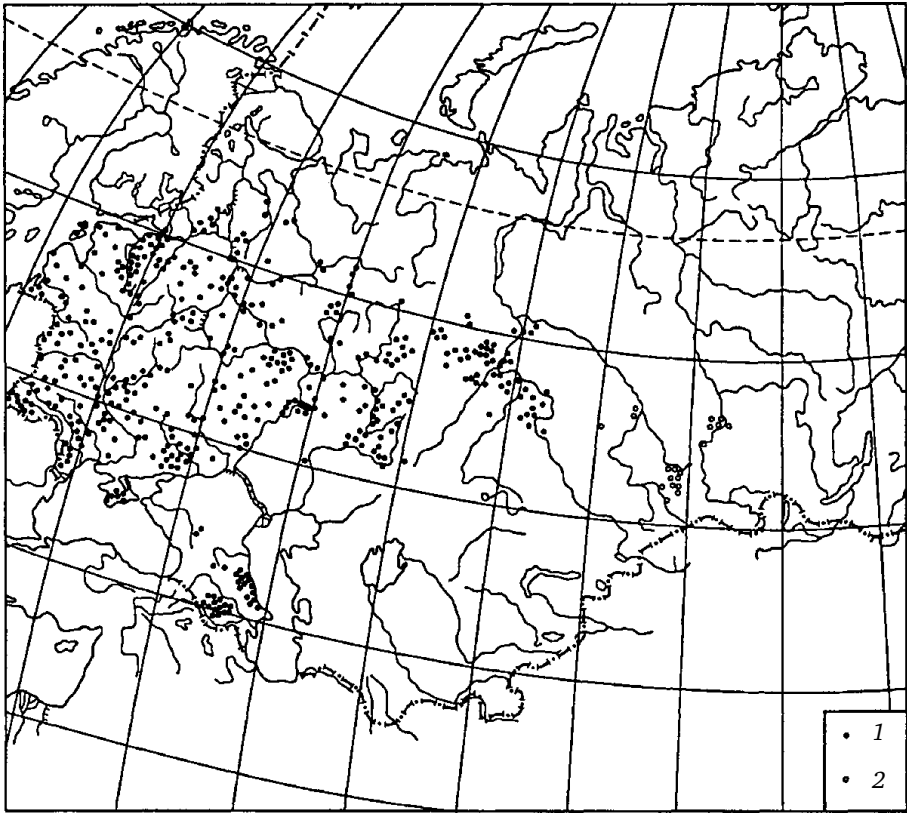


Рис. 3 Ареал липы мелколистной (1) и сибирской (2)

С течением времени площадь и границы ареала не остаются неизменными. Под влиянием разных причин они могут заметно изменяться как в сторону уменьшения, так и расширения. Часто сокращение ареала вызывается деятельностью человека: вырубка лесов, распашка лесных площадей, изменение водного режима значительных лесных территорий при сооружении гидротехнических станций и т. д. Могут измениться природные условия и по естественным причинам (изменение климата, заболачивание или осушение территории). В этом случае данный вид не сможет в дальнейшем существовать в прежних границах ареала. Возможны и противоположные изменения природных условий, которые вызывают расширение ареала вида. Такой ареал принято считать *прогрессивным*. При сужении ареала в связи с ухудшением природных условий ареал считается *регрессивным*.

Если растения обитают на довольно ограниченной территории и нигде в других районах не встречаются, то такие виды называют *эндемичными* или *эндемиами*. Например, ель восточная на Кавказе, микробiota в Приморье.

Очевидно, что условия существования вида оптимальны в центральной части ареала, а менее благоприятны — на его окраинах. Иногда



растение за пределами своего ареала встречает лучшие условия для своего развития и быстро там акклиматизируется.

Знание ареала каждого вида растений имеет большое практическое значение. Сопоставление всех факторов внешней среды, обеспечивающих существование данного вида в определенных его границах, позволяет судить о возможности выращивания его в других районах. Карты ареалов основных лесообразующих пород даны в приложении (рис. 1П-11П).

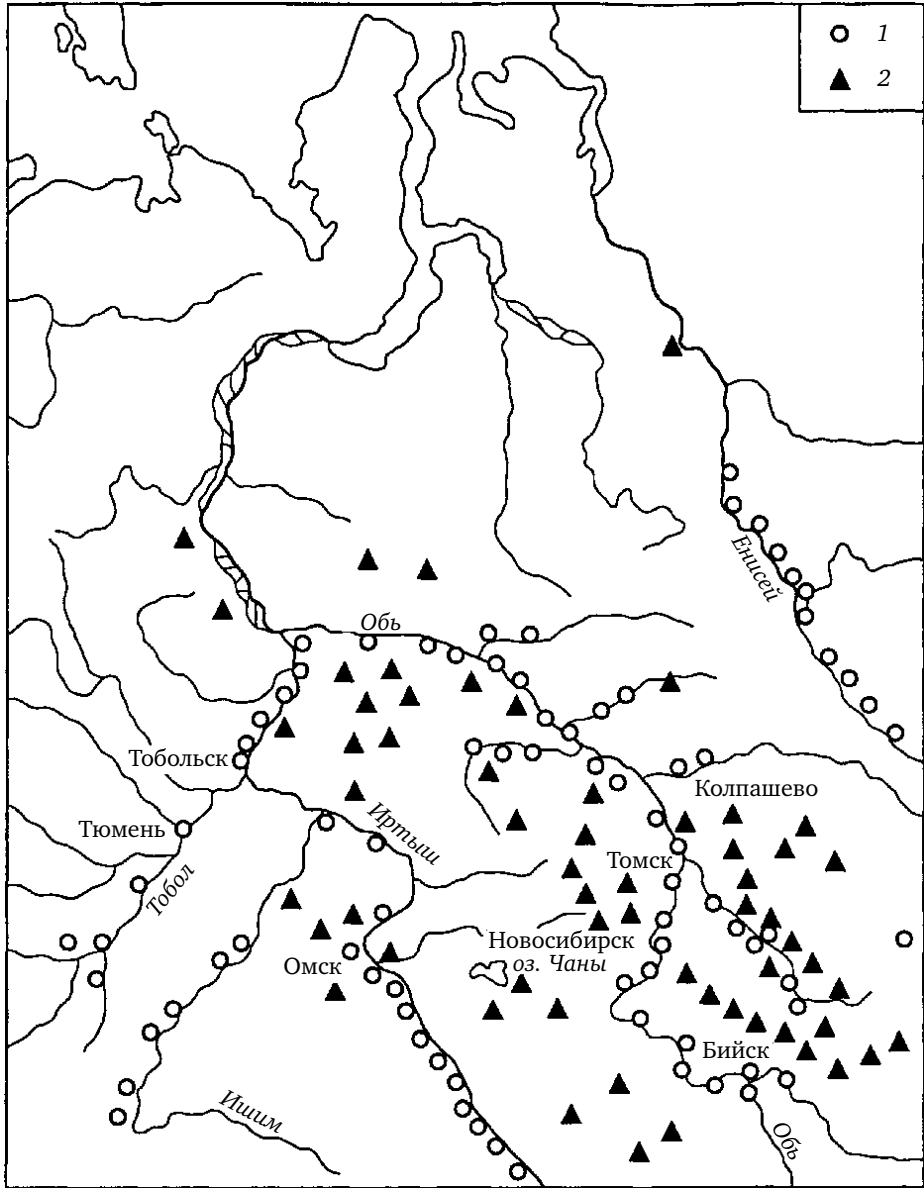


Рис. 4. Ареалы тополя черного (1) и осины (2) в Западной Сибири

## Основы экологии древесных растений

Экология — это наука об отношениях между организмами и окружающей средой.

Условия существования биологического вида в окружающей среде можно определить как совокупность факторов, необходимых для существования вида. Фактор — элемент среды, оказывающий определенное влияние на организм. Факторы среды, которые определяют, лимитируют жизнедеятельность организма, называются экологическими. Например, вода в почве, температура воздуха, уровень освещенности и т. п. Фактор — это то, что можно измерить и сравнить.

Традиционно выделяют следующие группы экологических факторов: 1) климатические; 2) почвенно-грунтовые; 3) орографические (рельеф); 4) биотические; 5) антропогенные.

**Климатические факторы.** Древесные растения существуют в двух средах — воздушной и почвенно-грунтовой. Эти две среды существенно отличаются друг от друга по своим физико-химическим свойствам: плотности, химическому составу, температуре, влажности и т. д. Поэтому наземные растения за 400 млн лет эволюции развили две функционально и структурно различные части: наземную и подземную. Условия, в которых они функционируют, сильно различаются, поэтому применительно к экологии растений выделяют экологию климата атмосферы и экологию почвы.

**Климат** — понятие интегральное. Применительно к древесным растениям наибольшее значение имеют следующие составляющие его элементы: свет, тепло, влажность, состав и движение воздуха (ветер).

**Свет** для зеленых растений — один из важнейших факторов жизни, так как поставляет необходимую им лучистую энергию для фотосинтеза. В противоположность теплу и воде свет распределен по поверхности планеты более или менее равномерно. Велико значение света в распределении растений в местообитаниях, в процессе естественного возобновления древесных пород в лесу. Древесный полог в лесу сильно ослабляет световой поток и изменяет его спектральный состав, что сказывается на видовом составе нижних ярусов леса, так как для каждого вида растения имеется свой минимальный уровень светового довольствия.

Разные исследователи располагали древесные породы в ряд по убыванию светолюбия. Одну из шкал предложил И. Визнер (1907) по уменьшению минимальной освещенности (в долях от полной на открытом месте), необходимой для выживания: белая акация — 1; лиственница, ясень —  $1/5$ — $1/9$ ; осина —  $1/3$ ; береза —  $1/9$ ; сосна —  $1/10$ ; дуб —  $1/26$ ; ель —  $1/30$ ; липа —  $1/40$ ; пихта —  $1/45$ ; клен —  $1/55$ ; граб —  $1/56$ ; бук —  $1/66$ ; тисс —  $1/100$ ; самшит —  $1/108$ . По шкалам других авторов «краевые» породы (белая акация, самшит) сохраняют свои места, а «промежуточные» занимают неодинаковое положение. Это объясняется тем, что измерения проводились в сильно отличающихся условиях и у деревьев разных возрастов.

В настоящее время в практических целях лесные экологи выделили 5 экологических групп растений по их отношению к свету: от светолюбивых к теневыносливым (табл. 1).

Таблица 1

**Относительная выносливость древесных растений в нижнем ярусе  
(по В. А. Алексеву, Н. В. Усенко и др.)**

| Голосеменные                                                                                                                | Покрытосеменные                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Очень светолюбивые                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Лиственница сибирская, лиственница европейская, лиственница японская; сосна Банкса, сосна скрученная, кедровый стланик      | Робиния (белая акация); гледичия; лох узколистный; скумпия кожевенная; береза бородавчатая, береза пушистая; тополя (включая осину)                                                                                                                                                                          |
| Светолюбивые                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Можжевельник (все виды); туя восточная (биота); сосна обыкновенная, сосна горная, сосна желтая                              | Ильм приземистый; ясень пенсильванский; клен гиннала (приречный); орех черный, орех серый, орех маньчжурский, орех грецкий; карагана (желтая акация); вишня степная; ирга; роза (шиповник)                                                                                                                   |
| Промежуточные                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Сосна черная (включая крымскую); дугласия (псевдотсуга); кедр сибирский, кедр корейский; сосна веймутова; пихта благородная | Боярышник (все виды); ольха серая; ясень обыкновенный; дуб (большинство видов); груша обыкновенная, груша уссурийская; клен татарский; ольха черная; ильм гладкий, ильм шершавый; липа войлочная, липа маньчжурская; береза желтая, береза ребристая; жимолость татарская; дерен белый; смородина золотистая |
| Теневыносливые                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Туя западная; пихта цельнолистная, пихта одноцветная; ель обыкновенная, ель сибирская, ель аянская                          | Лещина обыкновенная; сирень; каштан конский; клен остролистный, клен полевой; липа мелколистная, липа широколистная; каштан посевной; бересклет (большинство видов); граб европейский; клен зеленокорый                                                                                                      |
| Очень теневыносливые                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ель восточная; пихта сибирская, пихта кавказская, пихта белая; тсуга (все виды); тис (все виды)                             | Хмелеграб; падуб; клен сахарный; бук (все виды); самшит                                                                                                                                                                                                                                                      |

Светолюбивые (нетеневыносливые) виды, *гелиофиты*, могут расти только на полном свете или при очень слабом притенении. Их минимальное световое довольствие близко к 50—70 %.

Теневыносливые виды, *факультативные гелиофиты*, могут расти при полном дневном свете, но лучше развиваются при некотором затенении. Сюда относится большинство древесных пород умеренной зоны.

Теневые виды, *сциофиты*, в естественных условиях на полном свете не растут.

*Температура* — важнейший показатель биоэнергетики среды, так как она влияет на интенсивность всех химических и биологических процессов. Процессы жизнедеятельности в растениях идут при температуре от 0 до 56 °С. Вне этих пределов растение впадает в состояние покоя или погибает.

Продуктивность растений и возможность прохождения полного годового цикла развития тесно связаны с уровнем температур в течение вегетационного периода. Общее количество тепла за этот период оценивается показателем суммы температур выше какого-либо физиологического порога ( $\Sigma T > 0$  °С,  $\Sigma T > 5$  °С или  $\Sigma T > 10$  °С). Сумма температур — важнейший ведущий фактор интенсивности процессов роста и развития, формообразования и продуктивности растений. Несоответствие количества тепла биологическим потребностям растения ведет к нарушению физиологических процессов, неполноценному росту и развитию, понижает жизнеспособность и устойчивость растений к факторам среды (например, к низким температурам, засухе и т. п.), их конкурентоспособность.

Наблюдения показали, что весной и ранним летом фенологические явления настолько четко «контролируются» температурой, что тепловые условия могут быть выражены математически. Например, у абрикоса в течение первых 6 недель после цветения суммировали температуры за каждый час, что дало возможность предсказать срок созревания плодов с точностью до одного дня. С суммой температур связаны также северные и высотные (в горах) границы распространения видов растений.

Другой важный температурный показатель — это критические, очень низкие и очень высокие температуры (для каждого вида — свои). Виды растений выработали различные приспособления (адаптации) для перенесения слишком низких или слишком высоких температур. Соответственно у них различаются морозостойкость и жаростойкость. У каждого вида свой порог выносливости. Например, бук сильно повреждается морозом ниже –35 °С, ель выдерживает –50 °С, а лиственница даурская –65 °С и ниже. В то же время бук растет в Средиземноморье, где летом температура может повышаться до 40 °С, ель при такой температуре может погибнуть, а лиственница даурская из Якутска не может расти даже в Подмосковье. Таким образом, температурный фактор определяет северные и южные границы ареалов древесных видов и их устойчивость при культивировании за пределами естественного ареала.

Для определения возможности выращивания древесных видов в каком-либо регионе удобно пользоваться делением территорий раз-

личных стран на 10 зон устойчивости (Hardiness Zones), принятым в европейских странах и в Северной Америке. Наиболее морозная зима в зоне 1 (средняя минимальная температура за зиму ниже  $-46^{\circ}\text{C}$ ), наиболее теплая — в зоне 10 (до  $-1^{\circ}\text{C}$ ). Из опыта культивирования для каждого древесного вида определена крайняя зона, в которой возможно его выращивание (но при условии достатка летнего тепла, т. е. достаточных сумм температур).

#### Зоны устойчивости

| Зона    | Средний абсолютный минимум, $^{\circ}\text{C}$ |
|---------|------------------------------------------------|
| 1.....  | ниже $-46$                                     |
| 2.....  | $-46$                                          |
| 3.....  | $-40$                                          |
| 4.....  | $-34$                                          |
| 5.....  | $-29$                                          |
| 6.....  | $-23$                                          |
| 7.....  | $-18$                                          |
| 8.....  | $-12$                                          |
| 9.....  | $-7$                                           |
| 10..... | $-1$                                           |

*Влага:* не менее важным экологическим фактором является вода в окружающей среде (атмосферная и почвенная). Тело растений на 50—90 % состоит из воды, в которой протекают все физиологические процессы. Вода служит и транспортным средством для всех минеральных и многих органических веществ. Особенно важна относительная влажность воздуха (процентное отношение реального давления водяного пара к давлению насыщенного пара при той же температуре). От нее зависит транспирация растений.

Влажность климата обычно определяется по соотношению процессов увлажнения ландшафта (осадки) и испаряемости:

$$K = \Sigma_{\text{ос}} / E,$$

где  $K$  — коэффициент увлажнения;  $\Sigma_{\text{ос}}$  — суммарное количество осадков;  $E$  — испаряемость.

Если количество осадков превышает величину испаряемости ( $K > 1$ ), то климат гумидный; если  $K < 1$ , то семиаридный (полу-засушливый) или аридный (засушливый) климат. Большое значение имеет и режим выпадения осадков, особенно во время вегетационного периода.

*Воздух (состав и движение):* газовый состав атмосферы довольно стабилен, большую роль играют лишь примеси в воздухе крупных промышленных центров (сажа, пыль, сероводород, сернистый ангидрид, аммиак, фтористый водород и др.). Такие примеси весьма опасны для

растений, и они устойчивы к ним в разной степени. Одни сравнительно дымо- и газостойки (ель колючая, туя западная, лиственницы, липы, вязы, тополя, клен татарский, ясень пенсильванский), другие очень чувствительны к загрязнению атмосферы, из-за чего сильно страдают и гибнут (пихта, ель обыкновенная, сосна обыкновенная и веймутова, ясень обыкновенный, береза бородавчатая). Для озеленения промышленных городов следует применять только дымо- и газостойкие древесные растения.

Роль ветра весьма многообразна. Это один из важных факторов формирования климата, воздействующий на транспирацию растений. При поступлении сухих масс воздуха (суховеи) испарение может возрасти настолько, что вызовет обезвоживание тканей, усыхание листьев, ветвей, а то и гибель всего растения. Древесные растения в разной степени устойчивы к засухе.

*Очень устойчивы:* можжевельник казацкий, дуб пушистый, гледичия, робиния (белая акация), груша иволистная, тамарикс, айлант, миндаль.

*Устойчивы:* сосна черная, сосна обыкновенная, абрикосы, вяз приземистый, кизил, айва, карагана, клен татарский, лох узколистный, шелковица, скумпия.

*Среднеустойчивы:* лиственница, вяз гладкий, вяз граболистный, береза бородавчатая, дуб черешчатый, клен полевой, клен остролистный, груша обыкновенная, липы, орех грецкий, орех черный, яблоня лесная, ясень пенсильванский.

*Малоустойчивы:* ели, пихты, кедр сибирский, бук, граб, ива белая, орех серый, орех маньчжурский, ясень обыкновенный.

*Неустойчивы:* черемуха, самшит, ольха черная, ольха серая.

Очень сильные ветры часто служат причиной ветровала и бурелома в лесах. Ветровалом называют выворачивание деревьев из почвы вместе с корнем, а буреломом — переламывание ветром стволов деревьев. Велика роль ветра и как опылителя анемофильных растений (все хвойные; из покрытосеменных — березовые, буковые, ильмовые), и как распространителя семян анемохорных растений (сосна обыкновенная, ель, пихта, клен, липа, вяз, ивовые, береза, ольха).

**Почвенные факторы.** Для растений имеют значение все основные свойства почвы: ее химизм (элементы минерального питания, кислотность), гранулометрический состав, структура, содержание воды.

**Мощность корнеобитаемого слоя почвы** тоже является экологическим фактором. Она характеризует степень близости подстилающей материнской породы, влияющей на распространение корней.

**Водный режим** обычно характеризуется большой изменчивостью, с чем связано или повышение, или резкое падение водоснабжения растений в отдельные сезоны. Наиболее сильно выражена переменность водного режима в подзоне южных пустынь. Но и в лесной зоне наблюдаются колебания увлажнения, хотя и не такие сильные.

Вода, содержащаяся в почве, — практически единственный источник обеспечения всех потребностей растений в воде. В состоянии полевой влагоемкости вода легко поглощается корнями деревьев, но при высыхании почвы может быть достигнуто такое положение, когда корни уже не могут поглощать воду. Это состояние называется точкой устойчивого завядания. Запасы влаги при этом будут существенно зависеть от типа почвы, начиная от 2 % объема для крупнозернистых песчаных почв до 35 % — для плотных глинистых. Эта вода уже недоступна для корней. Разные виды растений обладают примерно одинаковыми возможностями поглощения воды из почвы, но расходуют ее по-разному, т. е. у них различная засухоустойчивость.

В конце XIX в. А. Шимпер и Е. Варминг выявили три экологические группы растений по их отношению к водному режиму: гигрофиты, мезофиты, ксерофиты.

К *гигрофитам* относят сухопутные растения, онтогенез которых проходит при сравнительно благоприятных условиях водоснабжения и достаточной влажности воздуха, и поэтому они не имеют каких-либо анатомо-морфологических или физиологических приспособлений к засухе.

К древесным гигрофитам относятся ольха черная, многие ивы, тополь черный, душистый и др.

К *ксерофитам* относят растения, способные в активном состоянии переносить значительную и продолжительную сухость воздуха и почвы. Они обладают морфолого-анатомическими и физиологическими приспособлениями, обеспечивающими получение воды из почвы и атмосферы и очень экономное ее расходование. К древесным ксерофитам относятся большинство видов можжевельников, робиния, гледичия, груша иволистная, тамарикс и др.

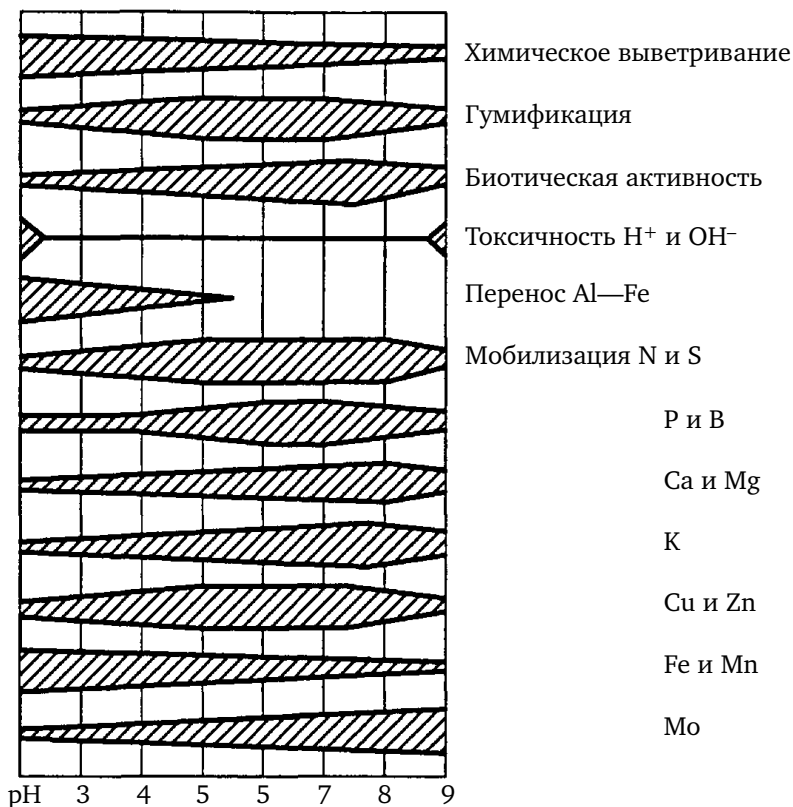
*Мезофиты* по своему водному режиму занимают промежуточное место между ксерофитами и гигрофитами, в их строении сочетаются черты гигроморфной и ксероморфной структуры. К этой группе относятся большинство хвойных и лиственных древесных пород: ель, липа, клен остролистный, бук, граб. Группа эта неоднородна, иногда внутри нее выделяют ксеромезофиты (т. е. более засухоустойчивые) и гигромезофиты (более влаголюбивые).

**Гранулометрический (механический) состав почвы** непосредственно мало влияет на растения. Он сказывается на плотности почвы, которая влияет на проницаемость почвы корнями. Крупные почвенные агрегаты обуславливают больший размер пор, лучшую аэрацию, но худшую водоудерживающую способность почвы. С понятием «легкие почвы» (т. е. с более крупными минеральными частицами) связаны представления о теплых сухих, но более бедных почвах. «Тяжелые почвы» (т. е. с большим количеством глинистой фракции) более плотные, холодные и влажные, но богаче питательными веществами.

**Реакция почвенного раствора (рН)** оказывает большое влияние на минеральное питание растений и на многие процессы в почве.

По величине рН почвенного раствора почвы делят на сильнокислые (рН 3—4); кислые (рН 4—5); слабокислые (рН 5—6); нейтральные (рН 6—7); щелочные (рН 7—8); сильнощелочные (рН 8—9).

В природных условиях кислотность почвы складывается под влиянием климата, материнской породы, минерального и органического состава почвы, рельефа и самой растительности. В аридных условиях степей и пустынь преобладают нейтральные и щелочные почвы; во влажном холодном климате — кислые. Под еловыми лесами почвы более кислые, чем под сосновыми, а под лиственными лесами — менее кислые, чем под хвойными. Реакция почвы влияет на процесс почвообразования, на высвобождение и доступность минеральных питательных веществ, на условия существования и биологическую активность почвенных организмов и многие другие свойства почвы, от которых зависит ее плодородие (рис. 5).



**Рис. 5. Влияние различной кислотности почвы на ход некоторых процессов и на доступность питательных веществ; ширина фигуры пропорциональна интенсивности процесса (по В. Лархеру, 1978)**

**Минеральное питание.** Доступность для растений почвенных макро- и микроэлементов определяется их различной растворимостью,



отчего некоторые более доступны в кислых почвах (при низких рН становятся даже токсичными Al, Mn, Fe). На щелочных почвах названные элементы становятся менее доступными и даже могут появиться признаки голодания по этим элементам. Кислые почвы беднее доступными N, P, K, S, Mg, Ca и др.

**Азот:** огромное влияние на растительный покров оказывают соединения азота, содержащиеся в почве. В атмосфере азот составляет 79 %, земная кора содержит не более 0,03 % азота, но в верхних слоях почвы его количество увеличивается до 0,1—0,4 % сухой массы. Почти весь азот наземных экосистем находится не в растениях, а в почве. 98 % почвенного азота связано с органическими веществами, а в минеральной форме (т. е. доступной для растений) его не более 2 %. Высшие растения усваивают азот в виде солей аммония ( $\text{NH}_4^+$ ), нитритов ( $\text{NH}_2^-$ ) и особенно нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ). Однако концентрация нитратного азота в почвенном растворе очень низка в противоположность общему содержанию азота, которое выше в сотни раз. Нитраты быстро потребляются из почвенного раствора, но также быстро и пополняется их количество при минерализации.

Важнейший способ пополнения наземных экосистем азотом — процесс его биологической фиксации из атмосферы, связанный с деятельностью микроорганизмов (прокариот). Различают несимбиотическую фиксацию азота свободноживущими организмами и симбиотическую фиксацию микроорганизмами, живущими в симбиозе с высшими растениями, особенно в клубеньках бобовых. Здесь обычно встречаются представители рода *Rhizobium*. Кроме бобовых способны фиксировать азот еще около 150 видов высших растений (из семейств Березовые, Крушиновые, Лоховые, Мириковые, Розоцветные и др.). Здесь симбиоз с другими организмами — актиномицетами. Симбиотическая фиксация азота достигает 350 кг/га в год, в то время как несимбиотическая — не более 5—10 кг/га в год.

В почвенном растворе зольные элементы содержатся в низких концентрациях — не более 0,2 %.

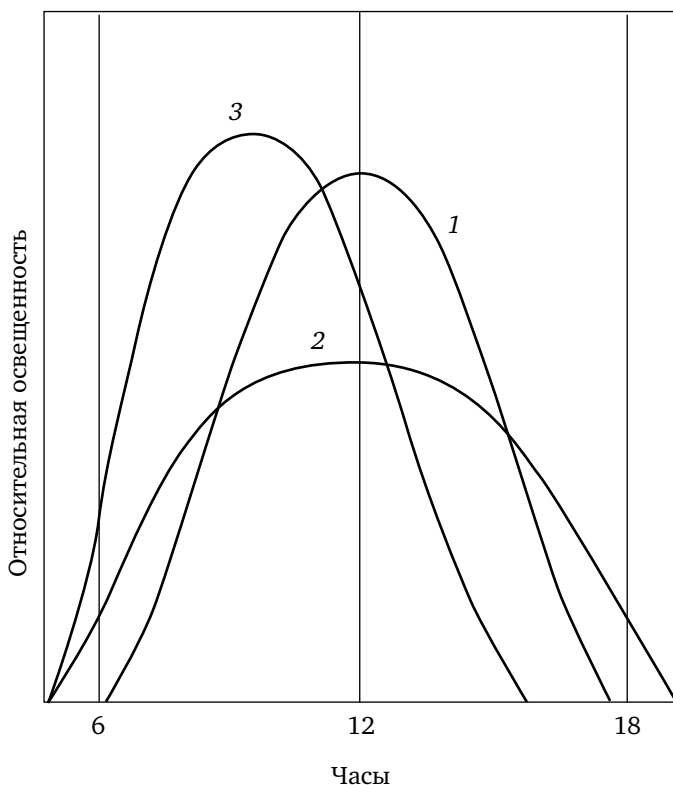
**Кальций** содержится в почве в виде кальциевых солей фосфорной, кремниевой и органических кислот, а также обменного Ca почвенных коллоидов в виде ионов, поглощенных коллоидными частицами. От степени насыщения коллоидов кальцием зависит количество свободных ионов  $\text{H}^+$   $\text{OH}^-$ , т. е. реакция почвенного раствора. В гумидном климате вследствие сильного вымывания преобладают почвы, бедные кальцием, а в аридном, наоборот, богатые им.

**Фосфор** очень важен для растений, но доступных соединений в почве мало. Подзолистые содержат примерно 0,1 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ , серые лесные, деградированные и выщелоченные черноземы — 0,13 %, мощные и обыкновенные черноземы — 0,15 %, сероземы — 0,12 %. Фосфорное питание растений тесно связано с микоризными грибами. Их гифы обеспечивают передвижение фосфатов в корни растений, поскольку фосфаты слаборастворимы.

Калий в большинстве почв имеется в достатке в составе полевых шпатов, слюд, глинистых минералов. Недостаток калия наблюдается иногда на бедных песчаных почвах.

Прочие элементы питания редко бывают в недостатке.

**Орографические факторы.** Значение рельефа в формировании почв и растительного покрова велико и разнообразно. Рельеф выступает как главный фактор перераспределения солнечной радиации и осадков в зависимости от экспозиции и крутизны склонов и оказывает влияние на водный, тепловой и питательный режимы местообитаний растений. Склоны, обращенные на юг, получают больше солнечной радиации (рис. 6), и для них характерна более ксероморфная растительность, чем для северных склонов.



**Рис. 6. Относительная освещенность, поступающая на склон 45° в течение дня:**

1 — южный склон; 2 — северный склон; 3 — восточный склон. Кривая для западного склона представляет собой зеркальное отражение кривой для восточного склона, максимум наблюдается во второй половине дня. Кривая хода температуры аналогична кривой хода освещенности

В понижениях рельефа (котловины) зимой в тихую погоду часто скапливается холодный воздух и температура бывает ниже, чем на склоне (рис. 7).

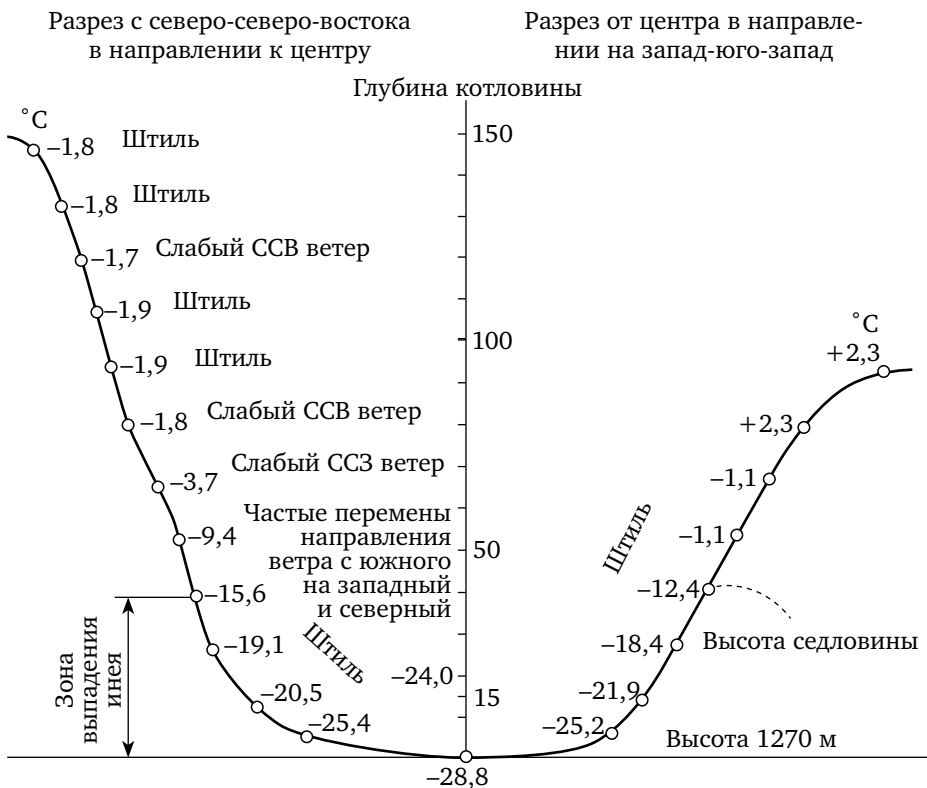


Рис. 7. Распределение температур в карстовой котловине (по Г. Вальтеру, 1960)

**Биотические факторы.** Из биотических факторов важнейшее значение имеют конкуренция растений в фитоценозах, вредители (чаще всего насекомые), болезни (обычно грибные). Конкуренция за свет, влагу, тепло и элементы питания может сильно замедлять рост и развитие древесных видов или даже полностью исключить их из фитоценоза. Например, лиственница и сосна не могут расти под пологом леса, а ель и пихта могут их постепенно вытеснить благодаря своей высокой теневыносливости.

Симбиоз с азотфиксирующими организмами и с микоризообразующими грибами очень важен для жизнедеятельности древесных растений, для обеспечения их азотом и зольными элементами.

Болезням и вредителям древесных растений обычно подвержены следующие органы (по топографическому признаку): 1) листья и хвоя; 2) ветви; 3) стволы; 4) корни. Большинство возбудителей болезней и вредителей видоспецифичны, т. е. они повреждают растения только одного или нескольких близких видов. Особого упоминания заслуживают голландская болезнь ильмовых, которая практически исключила из культуры большинство видов ильмов, пузырчатая ржавчина пятихвойных сосен, препятствующая их широкой культуре. К сожалению,

до настоящего времени основным средством борьбы с болезнями лесных деревьев остается топор, т. е. Вырубка больных деревьев.

**Антропогенные факторы.** Если все предыдущие экологические факторы относятся к нерегулируемым или слабо регулируемым, то антропогенные факторы лучше поддаются контролю со стороны человека. К ним относят: рубки, выпас скота, посадки леса, мелиорация ландшафтов и т. д.

Преобразование растительного покрова неразрывно связано с развитием цивилизации. Развитие земледелия привело к уничтожению на огромных территориях лесной и степной растительности, осушению болот. Значительные изменения растительного покрова связаны также с развитием скотоводства. Особенно большой урон претерпели леса умеренной и субтропической зон (Европа, Китай, США). В целом за период развития цивилизации площадь лесов на Земле сократилась примерно в 3 раза. В то же время современный человек создает леса там, где их никогда не было — в степях, полупустынях, осушенных болотах, а также вводит в их состав новые древесные породы из других регионов. О влиянии промышленного загрязнения на растительность уже говорилось. Все это ставит перед человечеством глобальную проблему сохранения и улучшения растительного покрова и особенно рационального использования лесов.

## Основы фенологии

Неотъемлемое свойство географической оболочки Земли — закономерно чередующиеся ежегодные изменения, воспринимаемые как смена времен года. Сезонный ритм захватывает все компоненты ландшафта: атмосферу, гидросферу и литосферу. Наибольшего разнообразия сезонные изменения достигают в биосфере — в мире растений и животных, вся жизнедеятельность которых связана с приспособлением к сезонному ритму. Каждой территории свойственны свои сезонные явления и свои календарные сроки их наступления. По годам эти сроки непостоянны. Общеизвестны понятия «ранняя» и «поздняя» весна, «ранняя» и «поздняя» осень и т. п. Система знаний о сезонных явлениях природы, о сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки, называется *фенологией*.

Развитие фенологии как отдельной отрасли знаний вызвано запросами практики. Особенно велико ее значение для сельского и лесного хозяйства. Одно из основных условий успеха посевной, уборочной, сенокосной и других кампаний, а также посадок деревьев — умелое планирование сроков их проведения на изменчивом и капризном фоне сезонного развития природы в том или ином регионе.

Раздел фенологии, изучающий сезонное развитие растений и образуемых ими сообществ, определяют как фитофенологию, а раздел о сезонном развитии древесных растений и их сообществ — как ден-

дрофенологию. Фенология базируется на фенологических наблюдениях, в процессе которых устанавливается календарное время наступления изучаемых сезонных явлений, а у растений — фенофаз.

*Фенофаза (фенологическая фаза)* — это такой этап в годичном цикле развития растения в целом или его отдельных органов, который характеризуется четко выраженными морфологическими изменениями.

Многолетние данные о сроках наступления фенофаз используют для составления местных фенологических календарей. Сроки наступления различных фенофаз устанавливают в зависимости от целей наблюдений. В одних случаях учитывают только отдельные фазы — индикаторы сезонного развития природы или наиболее хозяйственно важные: зацветание, созревание плодов и семян, их распространение. При фенологических наблюдениях над ландшафтами обычно используют следующую систему фенофаз, наблюдаемых у наиболее заметных представителей местной растительности:

- 1) начало весеннего сокодвижения (береза, клен, виноград);
- 2) всходы (однолетние виды, в частности сельскохозяйственных культур);
- 3) начало распускания почек;
- 4) начало облиствения;
- 5) начало и конец цветения;
- 6) начало созревания плодов;
- 7) начало рассеивания плодов и семян;
- 8) начало осеннего окрашивания листьев;
- 9) начало осеннего листопада;
- 10) полное осеннее окрашивание листьев;
- 11) конец листопада.

Главнейшие — 4, 5, 6 и 8-я фенофазы. Средние сроки проявления этих фенофаз характеризуют собой климат местности.

Для озеленителей важно знать сроки и длительность цветения декоративных растений в каком-либо регионе. В качестве примера приводятся даты цветения древесных растений в Москве, по данным наблюдений в Академии коммунального хозяйства (табл. 2).



Продолжение табл. 2

| Породы                         | Месяцы |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   | Средняя продолжительность цветения в днях<br>(минимум — максимум) |    |   |   |   |   |   |  |  |         |              |
|--------------------------------|--------|---|---|----|---|---|-----|---|---|------|---|---|-------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|---|---|--|--|---------|--------------|
|                                | V      |   |   | VI |   |   | VII |   |   | VIII |   |   |                                                                   | IX |   |   | X |   |   |  |  |         |              |
|                                | 1      | 2 | 3 | 1  | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1    | 2 | 3 |                                                                   | 1  | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |  |  |         |              |
| Диервилла цветущая             |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  | 6(6—15) |              |
| Калина-гордовина               |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 13(9—18)     |
| Черемуха Маака                 |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 8(6—15)      |
| Ракитник длинноветвистый       |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 4(3—6)       |
| Акация желтая                  |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 17(6—28)     |
| Жимолость татарская            |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 5(3—10)      |
| Барбарис обыкновенный          |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 9(6—12)      |
| Дерен белый                    |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 9(5—14)      |
| Малина душистая                |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 48(44—52)    |
| Роза даурская                  |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 14(7—22)     |
| Роза морщинистая               |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 115(100—130) |
| Роза многоцветная              |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 17(12—22)    |
| Боярышник разрезнолистный      |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 11(6—16)     |
| Калина обыкновенная            |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 9(5—5)       |
| Сирень венгерская              |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 12(8—16)     |
| Сирень мохнатая                |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 11(8—12)     |
| Жасмин (чубушник) обыкновенный |        |   |   |    |   |   |     |   |   |      |   |   |                                                                   |    |   |   |   |   |   |  |  |         | 11(5—7)      |





Диапазон задач, решаемых фенологией, очень широк. В лесном хозяйстве по материалам фенонаблюдений устанавливаются сроки проведения работ по посеву и посадке леса, рубкам ухода, защите леса от пожаров, вредителей и болезней, заготовке семян, ягод, грибов и т. д. В озеленении населенных мест при подборе ассортимента растений необходимо знать сроки их посадки, наибольшей декоративности, проведения мероприятий по уходу и защите.

## Интродукция и акклиматизация растений

### Интродукция растений

Эта деятельность человека направлена на культивирование растительных таксонов (видов, сортов и т. п.) из других регионов, ранее в данной местности не произраставших. Интродуцированные растения называют *интродуцентами* или *экзотами*.

С интродукцией не следует смешивать *акклиматизацию* — процесс приспособления отдельных растений или целых популяций к новым условиям среды. Акклиматизация может происходить: а) на уровне особи (организма) за счет фенотипических изменений без перемены генотипа; б) на уровне популяции за счет естественного и искусственного отбора в череде поколений наиболее приспособленных к новой среде генотипов. Акклиматизация постоянно происходит и при естественном расселении растений.

В регионах с древней культурой земледелия трудно установить естественные ареалы растений. В наибольшей степени это касается Средиземноморья, Ближнего и Среднего Востока, Индии и Китая. Такие растения, как маслина, виноград, финиковая пальма, гранат, цитрусовые, пиния, каштан, орех, кипарис, введены в культуру очень давно и широко расселены человеком далеко за пределы своих естественных ареалов в отдаленные от их родины регионы и даже на другие континенты.

В настоящее время масштабы интродукции возросли многократно, и если раньше интродукция носила стихийный, эмпирический характер, то начиная с середины XX в. она по мере накопления и обобщения практического опыта стала научной дисциплиной. Наибольшая заслуга здесь принадлежит немецкому лесоводу и дендрологу Генриху Майру, создателю теории климатических аналогов. В лесах Европы культура экзотов долгое время терпела неудачи, пока эти попытки носили бессистемный характер и пока не был собран необходимый фактический материал с мест родины экзотов.

Г. Майр утверждал, что сначала нужно изучить естественно-исторические особенности данной местности, а затем уже браться за опыты с интродукцией. В работах «Fremdlandische Wald- und Parkbaume für Europa», 1906 («Иноземные лесные и парковые деревья для Европы»),

и «Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage», 1925 («Лесоводство на экологических основах»), ученым была выдвинута «теория климатических аналогов». В ней Г. Майр писал, что при выращивании иноземных растений на новом месте хорошо будут расти и развиваться только те растения, которые происходят из регионов с близким климатом — температурой летних и зимних месяцев, количеством осадков и т. д. Он установил на разных континентах растительные зоны, внутри которых климат более или менее однороден. Границы зон определены очень схематично. Для более точного отграничения растительных зон недоставало необходимых метеорологических и ботанико-географических данных. Позже эта теория была уточнена данными по экологии растений, но все же она остается основой практики интродукции.

Началом разведения экзотов в России можно считать разведение кедра сибирского в Толгском монастыре под Ярославлем в XVI в. и тутового дерева в Москве во второй половине XVII в. В середине XVIII в. лесным знателем Фокелем закладывается Линдуловская роща из сибирской лиственницы под Выборгом.

За начало научной интродукции древесных растений можно принять работу ботанического сада Ботанического института РАН, который был основан в 1714 г. Первые сведения о породном составе древесных растений были сообщены в публикации управляющего ботаническим садом И. Г. Сигисбека в 1736 г. Там перечислялось 54 вида древесных растений. В дальнейшем в саду работали многие известные ботаники, продолжавшие работу по интродукции, — М. М. Тереховский, Я. В. Петров, Ф. Б. Фишер, Э. Л. Регель, В. И. Липский и др.

В Центральной России очень большую роль сыграл дендрологический сад им. Р. И. Шредера Московской сельскохозяйственной академии. Его основатель и руководитель (в течение 40 лет) Р. И. Шредер проделал огромную работу по интродукции и распространению экзотов в России. В своей итоговой работе «Указатель растений Дендрологического сада Московского сельскохозяйственного института», опубликованной в 1899 г., он перечислил 1038 таксонов древесных растений, испытанных им в саду, и коротко описал их поведение в культуре.

В Центрально-Черноземном регионе немалое значение имела Липецкая лесостепная опытная станция, созданная в 1925 г. под руководством Н. К. Вехова.

В настоящее время в России работу по интродукции растений проводят около 200 научно-производственных учреждений — ботанических и дендрологических садов, лесных и плодово-ягодных станций во всех регионах страны. Их деятельность координирует Совет ботанических садов при Главном ботаническом саду (Москва). Работы по интродукции лесообразователей координирует НИИ по лесной генетике и селекции (НИИЛГиС), который находится в Воронеже.

В каждой отрасли хозяйства, занимающейся разведением древесных растений, существуют свои требования к культивируемым растениям.